

ABU BATUBARA SEBAGAI ALTERNATIF ADSORBEN PENURUNAN WARNA PADA LIMBAH TEKSTIL

Oleh :

Novirina Hendrasarie

Dosen Teknik Lingkungan - (UPN) "Veteran" Jatim

Email : hendrasarie@gmail.com

Abstract

Textile color reduction processes, that commonly used adsorbtion process with expensive Active Carbon media. In this research used Coal Ash as adsorben media. The product of capability test for Coal Ash media, to be compared with Carbon Active media. The result of this research that is percent removal textile color in used adsorben Coal Ash media termed 87.115 %, and if used adsorben Active Carbon 88.570 %. The value of x/m Isotherm Freulinch formula Coal Ash media similary close to x/m Active Carbon media. That's indicate Coal Ash media, capable to reduced the textile color in the adsorbtion proces, as good as Active Carbon media.

Keyword : Coal Ash, adsorben, textile colour

Abstrak

Proses reduksi zat warna tekstil yang umum digunakan adalah proses adsorbsi dengan media karbon aktif, yang harganya cukup mahal. Sebagai alternatif digunakan abu batubara sebagai media adsorben. Uji kemampuan abu batubara ini dilakukan secara batch proses, yang hasilnya dibandingkan dengan karbon aktif pada perlakuan yang sama. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi penyisihan untuk adsorben batubara 87.115 %. Sedang adsorben karbon aktif 88.570%. Dari persamaan Isotherm Freunlich, didapatkan nilai x/m media batubara mendekati nilai x/m karbon aktif, ini menunjukkan abu batubara berpotensi mereduksi zat warna tekstil pada proses adsorbsi yang hampir sama dengan karbon aktif.

Kata Kunci : abu batubara, adsorben, warna

1. Pendahuluan

Media adsorben yang umum digunakan untuk proses adsorbsi adalah karbon aktif, tetapi harga di pasaran masih cukup mahal. Sedangkan batubara umumnya digunakan sebagai pembuat steam (pengering kertas) di industri pulp dan kertas PT. Pakerin, dengan hasil samping abu batubara dalam jumlah yang cukup banyak.

Abu batubara ini diduga memiliki struktur karbon padat yang porous, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben pada proses adsorbsi penghilangan warna pada limbah industri tekstil. Selain dapat mengurangi pencemaran akibat limbah padat dari industri kertas (abu batubara), juga akan lebih ekonomis bagi proses pengolahan air limbah industri tekstil

karena adsorben yang digunakan harganya akan lebih murah.

Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi abu batubara sebagai adsorben dalam proses adsorpsi warna limbah cair industri tekstil.

2. Dasar Teori

Mekanisme adsorpsi umumnya terjadi pada permukaan dalam pori adsorben dan hanya sebagian kecil yang diserap oleh permukaan luar pori adsorben. Ada 3 langkah yang berlangsung agar proses adsorpsi dapat terjadi (Abdelrasool, 1992), yaitu :

- Bulk Transport* : merupakan perpindahan substrat dalam larutan ke permukaan partikel.
- Film Transport* : Pada proses ini terjadi penyebaran substrat melalui lapisan film yang berada di permukaan partikel.
- Adsorpsi zat terlarut pada bagian aktif.

Pada proses adsorpsi, kecepatan penyerapan adsorbat oleh adsorben dan kemampuan adsorpsi, dipengaruhi oleh beberapa faktor (Hendrasarie 2002), yaitu :

- Karakteristik adsorben
- Pengadukan (agitasi)
- Kelarutan adsorbat
- Ukuran molekul adsorbat
- PH
- Temperatur

Sistem operasi yang akan digunakan pada penelitian ini, adalah sistem bath proses. Tujuannya adalah untuk mengetahui karakteristik dari adsorben yang digunakan pada proses adsorpsi. Hal ini dinyatakan dalam hubungan

antara penurunan konsentrasi adsorbat dengan jumlah adsorbat yang diserap persatuan berat adsorben dalam suatu koefisien dari persamaan yang ada.

Waktu yang diperlukan untuk mencapai kondisi kesetimbangan, tergantung pada konsentrasi larutan, berat solid, ukuran partikel dari adsorben dan lama pengadukan.

Pada proses adsorpsi, ada dua ukuran adsorben yang biasa digunakan, yaitu bentuk powder dengan diameter lebih besar dari 0.1 mm (Hendrasarie, 2001). Dan penelitian ini, menggunakan adsorben dalam bentuk granular, dengan waktu kontak 10 – 60 menit (Sundstroom, 1979).

Data penelitian yang diperoleh, akan diterapkan pada persamaan model Isotherm Freundlich. Persamaan ini digunakan, karena dapat memberikan gambaran mengenai karakteristik dari adsorben yang digunakan dan sesuai untuk larutan dengan konsentrasi larutan yang kecil. Rumus yang digunakan dalam model Isotherm Freundlich yaitu (Metcalf and Eddy, 1991) :

$$x/m = K_f \cdot C_e^{1/n} \quad (1)$$

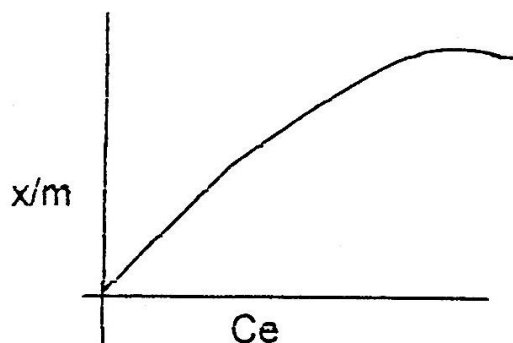
dimana :

x/m = Jumlah adsorbat yang diserap persatuan berat adsorben (mg/mg)

C_e = Konsentrasi adsorbat dalam larutan setelah proses adsorpsi (mg/l)

K_f, n = Konsentrasi Freundlich

Jika dimasukkan kedalam grafik, didapat :



Gambar 1. Grafik Proses Adsorpsi Isotherm Model Freundlich

2.1. Zat Warna Tekstil

Pada penelitian ini, digunakan zat warna reaktif, yaitu zat warna yang dapat mengadakan reaksi dengan serat selulosa dan serat protein dengan membentuk ikatan kovalen, sehingga zat warna tersebut menjadi bagian dari serat.

Sifat-sifat zat warna reaktif, adalah :

- Mempunyai gugus reaksi triakina dan vinil sulfon.
- Zat warna tidak bereaksi dengan serat mudah dihilangkan.
- Mempunyai ketahanan cuci yang baik.
- Dapat mengadakan reaksi dengan serat selulosa dengan membentuk ikatan kovalen.
- Fiksasi zat warna dapat dilakukan pada suhu rendah maupun suhu tinggi tergantung dari jenisnya.
- Dalam proses perlu penambahan alkali yang bertujuan untuk mempercepat terbentuknya ion hidroksit dari serat, serta untuk menetralkan asam yang terjadi sebagai hasil reaksi antara zat warna dengan serat sehingga tidak mudah luntur.
- Berat molekulnya kecil.

2.2. Abu Batubara Pabrik Kertas

Jenis batubara sebagai salah satu bahan bakar yang digunakan PT. Pakerin adalah jenis bituminous dengan komposisi yang dapat dilihat pada Tabel -1 di bawah ini.

Tabel -1. Komposisi Batubara Sebagai Bahan Bakar PT. Pakerin

| No | Parameter | Komposisi (%) |
|----|--------------|---------------|
| 1 | Total sulfur | 0.39 |
| 2 | Nitrogen | 1.34 |
| 3 | Karbon | 75.82 |
| 4 | Hidrogen | 6.23 |
| 5 | Oksigen | 16.22 |

Sumber : Lab. Sucofindo, 1999

Abu batubara yang dihasilkan dari proses pembakaran batubara di PT. Pakerin ini akan digunakan sebagai media adsorben pada proses adsorpsi zat warna tekstil.

Penggunaan abu batubara ini, karena dari jenis bituminous, maka dalam dunia perdagangan digunakan sebagai salah satu bahan baku pembuat karbon aktif. Sebagai media adsorben, abu batubara harus mempunyai kadar karbon yang tinggi, ukuran partikelnya kecil dan mempunyai luas permukaan yang besar. (Mulyadi, 1987).

3. Metode Penelitian

3.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, adalah :

- Limbah artifisial dari larutan zat warna tekstil kuning reaktif
- Abu batubara jenis Furnace Bottom Ash (FBA) dari PT. Pakerin Industri Pulp dan Kertas.

3.2. Peubah Yang Dikerjakan

- Dilakukan variasi ukuran adsorben (batubara dan karbon aktif, yaitu :
 - 2.36 – 4.75 mm
 - 1.18 – 2.36 mm
 - 0.6 – 1.18 mm
 - 0.15 – 0.6 mm
- Berat adsorben : 8, 10, 12, 14, 16 gram
- Waktu adsorbs : 60, 90, 120, 150 dan 180 menit

4. Hasil dan Pembahasan

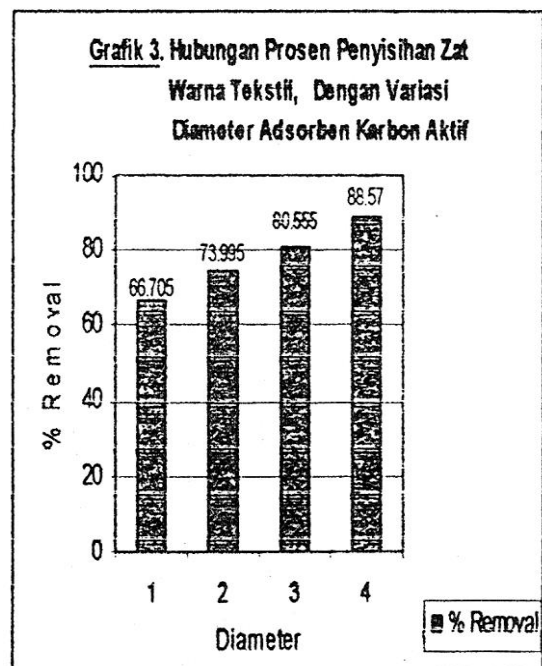
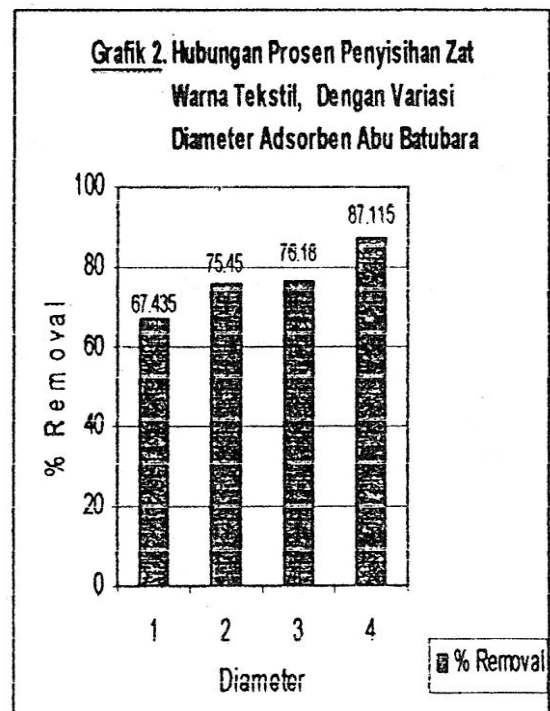
Pengujian dilakukan pada setiap variasi diameter media adsorben, berat adsorben dan waktu adsorbs. Dan hasil dari pengujian ini adalah prosen penyisihan, yang dihubungkan dengan ketiga variabel diatas, yaitu :

- Diameter media adsorben
- Berat adsorben
- Waktu adsorbs

Perlakuan ini dilakukan pada media adsorben batubara dan karbon aktif. Dari hasil prosen penyisihan yang dihubungkan dengan masing-masing ketiga variabel tersebut, didapatkan prosen penyisihan yang tertinggi, yang ditunjukkan pada Gambar-2, untuk media batubara, dan Gambar-3 untuk media karbon aktif.

Dengan keterangan tiap grafik :

- Variasi diameter adsorben :
 - Butir 1 : 2.36 – 4.75 mm
 - Butir 2 : 1.18 – 2.36 mm
 - Butir 3 : 0.6 – 1.18 mm
 - Butir 4 : 0.15 – 0.6 mm
- Berat adsorben optimal : 16 gram
- Waktu adsorbsi optimal : 180 menit



Dari hasil pengamatan proses adsorbsi, dengan adsorben abu batubara maupun karbon aktif, didapatkan bahwa semakin banyak adsorben yang digunakan, maka jumlah dan luas permukaan dari media adsorben yang

menyerap molekul zat warna tekstil akan lebih banyak, waktu adsorpsi yang lebih lama, memungkinkan untuk lebih banyak molekul-molekul zat warna tekstil berpisah dari larutannya, selanjutnya berkaitan dengan luas permukaan media abu batubara.

Kondisi ini terjadi sebelum mencapai kondisi kesetimbangan, yaitu kondisi dimana kontak antara molekul-molekul zat warna tekstil dengan permukaan abu batubara terlalu lama, sehingga permukaan adsorben tidak mampu lagi untuk menyerap molekul-molekul zat warna tekstil yang sudah lepas larutannya.

4.1. Model Isotherm Freunlich Untuk Media Abu Batubara dan Karbon Aktif

Dari data hasil penelitian, kemudian diplotkan pada rumus 1, dengan mengambil diameter dan berat adsorben yang optimal, didapatkan persamaan linier model Isotherm Freundlich :

a. Abu Batubara

$$x/m = 6.0764 \cdot 10^{-5} \cdot C_e^{(1/0.763)}$$

Jika kemampuan adsorpsi maksimum di tiap variasi butir abu batubara sama, yaitu terjadi pada saat konsentrasi 2 mg/l, maka nilai x/m :

$$x/m = 1.5072 \cdot 10^{-4} \text{ mg warna/mg adsorben}$$

b. Karbon Aktif

$$x/m = 1.0342 \cdot 10^{-4} \cdot C_e^{(1/1.129)}$$

Jika kemampuan adsorpsi maksimum di tiap variasi butir abu batubara sama, yaitu terjadi pada saat konsentrasi 2 mg/l, maka nilai x/m :

$$x/m = 1.9109 \cdot 10^{-4} \text{ mg warna/mg adsorben.}$$

Kemampuan adsorpsi dari media abu batubara, cukup besar terutama pada media adsorben diameter butir 4 (0.25 - 0.60 mm), dan dengan harga x/m yang mendekati harga x/m dari media karbon aktif. Ini menunjukkan bahwa abu batubara dengan kandungan karbon yang tersisa didalamnya masih mampu menyerap molekul zat warna tekstil.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, didapatkan yang didapat adalah :

- Efisiensi penyisihan tertinggi pada tiap adsorben : abu batubara 8.115% dan karbon aktif 88.57%. keduanya terjadi pada variasi media diameter butir 4 (0.25 – 0.6 mm), berat adsorben 18 gram, dan waktu adsorpsi 180 menit.
- Kemampuan adsorpsi dari kedua jenis media adsorben, dengan batch proses, secara umum dinyatakan dalam Isotherm Freundlich :

- Abu batubara

$$x/m = 6.0764 \cdot 10^{-5} \cdot C_e^{(1/0.763)}$$

- Karbon aktif

$$x/m = 1.0342 \cdot 10^{-4} \cdot C_e^{(1/1.129)}$$

6. Daftar Pustaka

- Abdelrasool, 1992, *Kinetics of Adsorption*, Michigan, Colorado State.
- Benfield L.D., 1982, *Process Chemistry for Water and Wastewater*, Prentice-Hall Inc, New Jersey
- Cheremisinoff P.N., Ellerbusch F., 1978, *Carbon Adsorption Handbook* Ann Arbor Science Inc. Michigan
- Eddy, Metcalf, 1991, *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse*, 3th edition, MC. Graw hill Inc. Singapore

- Eckenfelder, W.W., 1981, "*Application of Adsorption to wastewater Treatment*", Nashville, Tennessee
- Hendrasarie, N., 2002, "*Penurunan TSS Limbah Tahu Dengan Koagulan Air Laut Pada Unggun Terfluidakan*", Jurnal AKSIAL Majalah Ilmiah Teknik Sipil, Vol. 4 No. 1, pp. 56-61
- Hendrasarie, N., 2001, "*Penggunaan PAC (Poly Aluminium Chlorida) Untuk Menurunkan Warna Pada Limbah Industri Tekstil Dengan Proses Koagulasi Flokulasi*", Jurnal AKSIAL Majalah Ilmiah Teknik Sipil, Vol. 3 No. 3, pp. 86-91
- Mulyadi, d., 1987, "*Pemanfaatan Abu Batubara*". BPP Teknologi Jakarta